核能簡訊 90

雙月刊

中華民國九十三年九月號

核能簡訊




核能簡訊雙月刊
第 90 期
九月二十日出刊

出版單位／中華民國核能學會
財團法人核能資訊中心
地　　址／新竹市光復路二段一〇一號
研發大樓一樓
電　　話／(03) 5711808
傳　　真／(03) 5725461
網　　址／http://www.ess.nthu.edu.tw/~nicenter
E-mail／nic@nicenter.twmail.net
發 行 人／朱鐵吉

編 印 者／信誠廣告事業有限公司
地　　址／台北市基隆路二段23號7樓之6

行政院新聞局出版事業登記號
局版臺誌字第 851 號
中華郵政中台字第 0797 號
執照登記為雜誌交寄

編者的話

本期，編輯室為讀者專訪了行政院原子能委員會的主任委員—歐陽敏盛教授。他認為，身為一個教育者，最重要的就是懷抱著一顆奉獻的心；而身為原能會的最高首長，他強調維護核能安全以保護全民利益的立場。此外，他更分享了心胸開闊、不愛計較的人生觀，與讀者共勉之。

低放射性廢棄物最終處置場場址，一直是大眾關心的焦點。借鏡世界各國的經驗發現：選址的關鍵是—溝通。一個具有專業能力、清楚目標的組織，完善的回饋計畫與優惠措施，以及明確的政策方向等，都是選址所應具備的要件。

日本近期的研究發現，如果先經過低劑量的輻射照射，生物體不但對於高劑量輻射能產生免疫效果，而且能增強免疫機能及其他多項有助於人體的功效。此結論顛覆一般人認為所有高低劑量輻射皆有害於人體的想法。



國內新聞

◆ 低放射性廢棄物最終處置場選址時程已經延宕9年，目前台電鎖定台東縣達仁鄉和大武鄉、屏東縣牡丹鄉，以及澎湖縣望安鄉等4處候選場址，計畫近期內分別召開說明會，徵得地方民眾同意後，隨即展開地質鑽探作業。

◆ 台電放射性廢棄物最終處置場可能落在台東縣達仁鄉與大武鄉、屏東縣牡丹鄉及澎湖縣望安鄉等4處，但台東、澎湖縣府5日宣稱，在未獲縣議會明確支持及同意前，堅決反對設在縣境內的任何一地。

（93.08.06.中國時報）

◆ 日本今天發生該國歷來死傷最嚴重的核能電廠意外事故。位於日本中部福井縣美濱町的「關西電力美濱原子力發電所」的3號機組渦輪室，今天下午3時25分發生高溫蒸汽洩漏事件，造成4名工作人員死亡，7人輕重傷，其中2人有生命危險。噴出的蒸汽從發電廠外清楚可見，所幸並沒有放射性，否則後果更不堪設想。

福井縣位於首都東京西北方約320公里，電廠所在的美濱町人口約15,000人。日本政府「原子力安全保安院」表示，目前當地尚未偵測到任何輻射值異常狀況。關西電力株氏會社則強調，電廠的核反應器在出事後立刻自動關閉，安全無虞。

（93.08.10.中國時報）

◆ 9日造成4死7傷的日本核能電廠事故，電廠所屬公司坦承管理鬆懈，以致出事管線長達28年不曾經過正式安檢。這次事故再次打擊日本大眾對核能電廠安全的信心，並引發日本核能電廠逐漸老舊所產生的隱憂。

（93.08.11.自由時報）

◆ 日本關西電力公司美濱核能電廠高壓蒸汽洩漏造成慘重傷亡的核安事故，肇因疑與低壓飼水系統管路薄化爆裂有關。原子能委員會核能管制處長陳宜彬表示，美國佛吉尼亞電力公司蘇利核能電廠於1986年也發生類似事件，造成多名工作人員傷亡，我國當時就開始實施管路監測計畫，將各核能電廠管路薄化檢測列大修重點工作。

（93.08.11.中國時報）

◆ 蘭嶼開元港附近的吉烽砂石場發現130桶疑似放射性廢棄物桶，引起民眾恐慌。經過台電蘭嶼放射性廢棄物場檢查，證實是包商模擬演練所用的一般碳鋼桶。原能會專家昨日趕往蘭嶼檢測，結果輻射值與環境值相符，證明這些模擬桶並非放射性廢棄物。

（93.8.11.民生報）

◆ 為因應核能電廠可能發生核子災害的緊急救災應變需要，原能會決定成立核子事故緊急應變基金，從民國95年開始，每年將向台電公司每座核能電廠徵收2,400萬元，作為平時整備訓練經費，以及發生事故後的救災應變經費，建立核子災害緊急應變「使用者付費」的制度。

（93.09.14.中國時報）

國外新聞

◎ 美國能源部尋求研發計畫核能與新反應器的包商

美國能源部正在尋求包商合作，將現有





的兩個機構發展成爲愛達荷國家實驗室（INL），以作爲主要的核能研發中心。該中心預定於2005年以嶄新風貌展開運作，將以改良型下一代核能電力系統爲重心，提供極大規模的供電和氫的製造。

能源部也在尋求合作夥伴，以發展下一世代核能電廠 (NGNP)，並計畫採用類似第四代核子反應器作爲主要發展概念，興建這座核能電廠。預計將於2020年前在國際合作之下，於INL完成一座展現技術可行性的原型廠。如果成功，NGNP「將比有史以來任何商業核能發電廠更小，更安全，更有彈性，且更具成本效益。NGNP將在核能的長程未來中鞏固重要的角色，並且爲美國提供以國產乾淨且經濟的氫取代進口石油的實際途徑」。能源部爲商業NGNP訂下的目標是：電力 <1.5 分/度，氫<40 分/公升汽油當量，隔夜投資成本低於 1000美元/ kW降至一半。

◎ 美國政府支持反應器研究

美國能源部表示，阿拉巴馬州貝勒方堤（Bellefonte）建造雙機組進步型沸水反應器(ABWR)，所進行的可行性研究需要425 萬美元經費，該部已同意支付一半。這個工業團隊由田納西河谷當局（TVA）主導，包括奇異、東芝和貝泰公司在內。明年研究完成之後，TVA將決定是否申請建廠與運轉聯合執照（COL），以在該址建造。第三代ABWR已取得美國核能管制委員會的設計證書，有3個機組已在日本運轉。

◎ 美國反應器性能和能力持續提升

去年，美國 103 座反應器發電量爲7640億度，比2002 年略低，這是因爲包括8座反應器槽頂蓋和4座蒸汽產生器等主要設備，因升級汰換而停機之故。現在美國有1/4的反應器使用執照獲准延長 20年，使用壽命因而達到60年。預計另外60座反應器將加入這個行列，爲了汰舊換新需要龐大費用是理所當然的事。世界核能運轉協會（WANO）的數據顯示性能和安全度都很高。

過去17年來，美國核能電廠的中數容量（median capacity）以3年爲間隔，從67% 穩定上升至90%。對例行運轉的102座主要反應爐，淨容量因數在2001年到2003年之間，從70%增加至99%。

核能管制委員會預期，今年將有12件新的反應器電廠升級申請案，到2008年將再增加12件。如獲通過，美國核能發電容量將增加1692 百萬瓦電（總）。

◎ 美國民調核能發電支持度攀升

4月的一項民意調查顯示，美國民眾對核能發電的支持度已攀升到20多年來的最高峰。大學畢業生中，支持者是反對者的3倍。總計有65%的人贊成使用核能發電，更明確的說，有82%的人支持核能電廠更新執照，64%樂見距離最近的核能電廠增添一座新反應器。3/4的人贊成電力公司與能源部合作，發展新的反應器設計。

◎ 法國決定建造新的大型反應器

法國電力公司(EdF)董事會決定，爲計畫建造的一系列歐洲壓水式反應器(EPRs)，興建第一座示範機組。法國首座 1600百萬瓦電 法馬通 ANP 反應器將在廠址經公開協商及執照申請定案之後，於2007年動工。工



程預計將歷時57個月，於2012年開始運作。

EdF希望在今年底前，確定與另一歐洲電力公司或電力使用者合作，以建造首座EPR機組，該公司目前正與德國電力公司談判。【芬蘭也在歐基盧歐圖（Olkiluoto）建造一座EPR機組。】

EdF將與若干熱烈爭取設廠的地方代表會商，並於9月宣布其中意的廠址。目前呼聲最高的顯然是諾曼地的彭利（Penly）和弗萊曼維爾（Flamanville）。有了第一組EPR反應器的初步經驗之後，EdF大概會在2015年決定，是否在隨後30年左右建造更多座EPRs，以取代EdF現有的反應器，或改用替代設計，如西屋的AP1000或奇異的ASBWR等。

與此同時，參議院於5月間以358票對157票通過的能源法案，也在國民大會獲得大多數支持。參院贊成核能優先，並且支持建造一座EPR示範反應器。

◎ 英國關閉老舊核能電廠

英國歷史最悠久的查波克洛斯（Chaplecross）核能電廠在運轉45年後除役關閉。其4座49百萬瓦電 Magnox 反應器的運轉已不再符合經濟效益。目前還有4座雙機組UK Magnox 電廠在運轉（所用的反應器大很多），預定在2006年至2010年間關閉。它們是全球第一代電力反應器的最後一批，也是11座UK Magnox電廠26座反應器中的最後一批。

◎ 歐洲可更新能源技術使電價增加

一份消費者團體報導指出，推動歐洲再生能源技術，使電力成本大幅增加一例如在德國是每度歐元0.45分。國際工業能源消費者聯盟報告指出，「歐盟的計畫大部分只保障來自再生能源電力的高費率…消費者通常得為無效率的發電付出高電價。此外【他們】也得為維持化石基礎發電容量付出代價，以確保在再生能源無法提供電力時有電可用。」在英國，再生能源每度的貼補比躉售電價高出許多。

◎ 德國更新能源會議呼籲肯定及維護核能電力

德國反對黨成員在波昂參加2004年國際更新能源會議時，向與會154國3000位代表強烈呼籲，要求確認及維護核能電力的重要角色且保持為一個選項。基督社會聯盟（CSU）在能源政策策略文件上，同時突顯德國對石油和其他碳氫化合物的過度依賴，並且提議改變德國的核子逐步汰換協定，及延長營運中的反應器壽命。

◎ 南韓城鎮爭相設置核子廢棄物傾倒場

繼南韓政府去年表示可能給予財務補償之後，已有兩個省份的10個城鎮向政府申請，爭取在當地開闢南韓低至中強度放射性廢棄物處置場。每一件申請案都獲得當地1/3有投票權成人的簽署。申請到9月截止，接下去就需要得到大多數選民投票贊成。然後由商業、工業與能源部（MOCIE）組成的一個委員會，於年底前做出最後的選擇。

◎ 南韓廢棄物研究有進展

一項為期10年，評估南韓高強度放射性



廢棄物可能性的研究進展頗爲順利，預計將於2007年向政府提出報告。到目前爲止，根據韓國核子研究所的測試，傾向於選擇在晶體岩石（花崗岩和片麻岩）深地層處置，但有關用過核燃料再處理的問題，則仍未找到解決方案。

◎ 加拿大考慮高放射性廢棄物處置計畫

加拿大核廢棄物管理組織（NWMO）就可能如何處置加國高放射性廢棄物，發布3項概念設計，這些廢棄物主要來自動力反應器的用過燃料。NWMO除了展開公共協商，還就2002年核能燃料廢棄物法案列出的技術選擇進行研究，這些技術選擇都經證實可行，研究結果在今年稍早公布。依該法案規定，由3個核能電力公司組成的NWMO與加拿大原子能公司（AECL），須爲用過燃料的管理與可能的處置提撥信託基金，並且探討貯存和處置的選擇。Candu 反應器每年製造的用過燃料不到3000公噸。

據研究，延長貯存反應器場址 (在7個場址) 具有可行性，只需要進一步建造一些乾式貯存設施。集中延長貯存（Centralised Extended Storage）和已在12個國家運作的系統相似，但期限更長。加國的這個例子也偏向採用乾式貯存，兩個選擇在地表，兩個在地表下面。深地層處置是第三種可能性，如有需要，以後還可以回收。這是最符合國際趨勢的做法，現在也已成爲加國環境評估的主題。

今年進一步的公共討論階段，結果將於明年初彙集，交給政府。

◎ 澳洲廢棄物處置場開倒車

由於各省互相推托，澳洲政府放棄在南澳內地興建一座國家低放射性廢棄物處置場的計畫，並且告訴各省自行建造合乎國際標準的處置場。這使12年來，兩黨共同尋求一處國家處置場址及爭取營運執照的努力功虧一簣。「所有省份和區域都同意，有需要爲低放射性廢棄物設立一處安全且堅固的處置場，但沒有人願意設在自家後院。」大部分現有低放射性廢棄物（共約3700立方公尺）的所有者--澳洲聯邦政府將立即在聯邦土地上尋求新址，並將在適當時機與那些中度放射性廢棄物一起貯存。澳洲每年生產約45立方公尺的低和中放射性廢棄物，相對的，全球每年約有15萬立方公尺的總產量，分別存放在70座左右的處置場。

◎ 英國著名生態學家重申迫切需要核能電力

以倡導重視全球氣溫上升問題而聞名於世的英國科學家詹姆斯・勒夫洛克（James Lovelock）重申，發展核能電力的需要刻不容緩。他說，綠色遊說團體的表現令人失望，他們應該「不要再執迷不悟的反對核能」。他表示：「文明面臨迫在眉睫的危險，現在必須使用核能這種安全且可用的能源來源。」可更新的能源不足，不能扭轉局面。勒夫洛克教授以發展蓋婭（Gaia）假說著名，他假設只要藉由自我調節的化學和氣候回饋，地球仍適合生存，這個概念在科學界獲得接受是緩慢的。

（以上新聞譯自澳洲UIC。因本刊篇幅有限，部分國外新聞將在網站中刊登，網址：http://ess.nthu.edu.tw/~nicenter）



以正向思考帶領原能會團隊

專訪歐陽敏盛主任委員

編輯室

教授是學生思維言行的典範

身兼國立清華大學教授的歐陽敏盛主委開宗明義的說：「作為一個教授，懷抱的應該是奉獻心，所有的行為舉止都必須能成為學生的典範。如果以利益取向，就無法以一顆清明的心做研究，自然無法有所謂的學術成就。在原子能委員會服務也是如此。」

請教他對自我的評價如何？他表示對自己非常有信心。常常有人說他傻，不懂得爭名求利，他說了一句富有人生哲理的話：

「喜歡計較自我得失的人，終其一生都活在計較之中。」

懷抱著同樣的奉獻心，歐陽敏盛接下原能會主任委員的職務。他不是想成就什麼，只希望將原能會的形象轉正，讓社會大眾知道核能並不是壞事。

「這其實要歸功於清華大學的教授們為核能界打下的良好基礎，這裡的同仁很多都是清華大學的學生，學生時代經過優良的薰陶，本質極佳，因此很容易就能扭轉、帶動。」

自從歐陽敏盛接任主委以來，原能會及所屬機關的人事動態，經常成為核能界的話題。其所發布的人選，都是外界所稱的「黑馬」，眼鏡碎片落滿地。



原子能委員會主任委員歐陽敏盛




核研所自行研發出燃料電池，歐陽主委與核研所林金福組長（右）使用此燃料電池的行動電話，以驗證其成果。

「很多人以為我是非理性的反核，其實我才是最強烈的維護核安，完全是站在如何使台灣永續經營與全民利益的角度出發。」

從以前到現在，歐陽敏盛總是被不知情的人貼標籤，他不辯駁，也不為所動。一路走來，耿直的作風始終如一。

以正向能量領導團隊

主委夫人曾經這麼說過歐陽敏盛：「你的度量真大，受別人欺負卻不會報復。」

充分點出歐陽敏盛不算計人家的惡，只記得別人好的人格特質。他強調，從不願因為與他意見不合而打壓一個人，因為每個人背後都是一個大家族，都有其負擔。

由於自己沒有顯赫的家世背景，歐陽敏盛非常清楚靠自己的努力一路向上奮進是多麼艱辛。他收的學生都沒有家世背景，學校成績也不夠優秀，但是他知道，只有這樣的學生才會珍惜學習的機會。

「以前的學習成績不好，不代表這個人以後的成績永遠不好，一定要願意給機會。對同仁也是一樣，只要給予正向的鼓勵與充分的自由度，大家一定會有跳躍式的成長。」

曾經被歸為「黑五類」的同仁，只要是苦幹實幹，歐陽敏盛都願意給他再發揮的

「我喜歡提拔默默耕耘、不汲汲營營於功名利祿，甚至是因為能力強而遭受打壓的人，應該說是物以類聚吧。」

說罷自己哈哈大笑。看來那些逢迎拍馬的人是近不了主委的身邊。

到哪裡都是話題人物

從學校畢業到核研所擔任助理研究員到原能會擔任核安審查委員到現在的主任委員，歐陽敏盛始終都是個話題人物。他的作風直率，經常提出相當強烈的改善意見，以當時的環境與風氣，自然不見容於當道。擔任台電公司核安委員10年期間，對核能電廠的輻射安全防護工作要求非常高，不斷提出建議，久而久之台電公司的高層主管開始重視相關的問題，因而逐漸提高核安品質。



機會，結果通常都不會令他失望。他對人性的肯定與樂觀令人印象深刻。

充滿驚奇的人生

自從在美國遇見生命中的眞愛那刻開始，歐陽敏盛充滿驚奇的一生就此展開。這第一個驚奇，就是他在美國攻讀學位時，遇見一位當時只是赴美旅遊的溫婉女子，兩人就此結下一生的盟約。而歐陽敏盛自稱，從來不諱言自己的妻子有多賢慧、多完美。幸福滿足之情溢於言表。

至於第二個驚奇，則是學術研究上的超凡成就。歐陽敏盛耗費10年心力研發的超音波馬達與超音波掣動器，目前仍是獨步世界的首創發明。因此歐陽敏盛除了擔任清華大學工程與系統科學系（舊稱核工系），還同時兼任動力機械系教授，將研究成果傳承予下一代。

而第三個驚奇就是由大學教授接任原能會主委的轉折。歐陽敏盛就是抱持著一個清明的心，秉持學術研究的執著態度，將原能會轉型成積極努力的行動團隊，形象隨之煥然一新。

歐陽敏盛是學者出身，所以處處從學理分析爲出發點。他表示，自身的學術專長中的自動控制學動態分析，最重要的部分是時間，就是要在適當時機作對的事。而統計學則告訴他要懂得宏觀，眼光必須長遠，以整體利益爲出發點。相信這就是歐陽敏盛能順利轉換跑道，又能學以致用、如魚得水的主要原因。

功勞是你的，責任是我的

一般人的印象中，政府高層首長的辦公桌上應該都是公文堆積如山，電話響個不停。但是在原能會主委辦公室裡卻大不相



歐陽敏盛與夫人的甜蜜合影



同。歐陽敏盛的桌上只有兩件中午才送來的公文，攤著的是一本「蘇東坡傳」。

「我對日本歷史非常有興趣，這段期間我讀了很多日本戰國時代的名將傳記，很過癮！現在正在讀蘇東坡傳。爲什麼我可以這樣輕鬆？因爲我可以充分授權。」

以核能專家的身份帶領原能會，歐陽敏盛瞭解這已經是個非常專業的團隊，領導者只要提供正確的方向，不必干涉業務的執行層面，每位同仁才有充分發揮的空間，自然可以盡全力做事。他常說的一句話就是：「功勞你拿，責任我扛。」在爭功諉過的官場文化中，歐陽敏盛果然是特立獨行。

歐陽敏盛深切相信，一個團隊中只要有95%的人，在良好的環境下，每個人爲自己加1分，就有95分，其餘5%的人，在這樣的氣氛中也會自我良化，最後將不只是95分，整個團隊都會隨之向上提升。

為核研所感到驕傲

放射性廢棄物的處置像是我國核能界的緊箍咒，頭痛又棘手。台灣本島地質屬於破碎型岩層，缺少穩定的花崗岩結構，適合作爲最終處置場址的地點非常少。原子能委員會轄下的核能研究所近來研發出一種電漿岩化技術，在處理放射性廢棄物上，具有減量、安全、無害化、免除二次污染等優點，使放射性廢棄物處置的場址有更多的選擇。歐陽敏盛桌上就放了一塊猶如黑寶石的電漿結晶，他驕傲的說：

「這種結晶的硬度高達6~6.5，接近寶石的硬度，非常穩定，可以取代花崗岩。只要將放射性物質包覆其中，等到300年之後，放射性就會衰退到自然背景值，對人類就沒有危害。現在有這種技術，我有信心4年之內可以將低放射性廢棄物處置場做好，屆時蘭嶼貯存場的廢料桶也可以取回加以岩化處理。」

此外，核研所研發成功的燃料電池與太陽能電池，以及核醫藥物的推陳出新，讓歐陽敏盛對核研所充滿肯定與願景。他說：

「核研所現在正在轉型，人員個個士氣高昂。」

「在核能安全方面，我希望核研所將引進的國外技術本土化，不再仰賴國外廠商，同時提昇國內技術；核醫藥物方面，要從目前12%的占有率提高至50%，同時將在南部生物園區，設置一個專事核醫藥物的設施。此外，還需要加強輻射工業的應用、再生能源與能源技術的開發。」

歐陽敏盛一口氣說出核研所未來的目標與方向，足證他對核研所的期許與讚賞。

結語

出身台南新營鄉下的歐陽敏盛，在清華大學教書時與在原能會擔任主任委員時，沒有什麼改變，依然是一副憨厚、單純的笑臉。如同他在清華大學的研究室一般，主委辦公室的大門也是24小時開放，隨時歡迎學生與同仁進入。訪談中他一再強調，拔擢人才，他只重用有能力的人，絕不聽人關說。其清新、平易的風格，以及耿介、正向的人格特質，不僅是提升原能會的力量，也是我國核能安全管制業務品質得以提升的最大動能。



法國低放射性廢棄物最終處置場鳥瞰圖（AREVA公司提供）

溝通才是選址的關鍵

李若燦博士

一、前言

目前世界上計有73座低放射性廢棄物最終處置場，分屬32個國家，包括已開發國家及開發中國家。遺憾的是，我國是極少數尚未選定低放射性廢棄物最終處置場的核能國家之一。臺灣已是民主成熟的社會，許多人認爲國內最終處置場的選址在技術上不成問題，社會接受度才是問題。但不可諱言的，如何提出一套適合國內選址的可行方案，是一項相當嚴峻的挑戰。

二、一般民衆不瞭解放射性廢棄物

英國今年的民調顯示，民眾對放射性廢棄物問題的關心與重視甚至超過溫室效應或熱帶雨林的破壞。但基本上，對放射性廢棄物的認知非常模糊，不知放射性廢棄物是如何管理的，不瞭解大部分的低放射性廢棄物已經可以做好永久的安全處置，只有少部分的高放射性廢棄物仍在規劃地下最終處置中。以法國爲例，它的低放射性廢棄物最終處置場已經接收了13年的放射性廢棄物，卻只有16%的民眾能夠正確的說出法國是以地表工程掩埋技術解決了低放射性廢棄物的問題。

最近歐盟的民調顯示，平均有75%的民眾擔心放射性廢棄物問題，但是因國情不同，擔心的程度也不同，由最高的希臘（98%），降至最低的瑞典（41%）。其中有4個國家，包括瑞典、芬蘭、荷蘭及丹麥，不擔心放射性廢棄物問題的民眾比擔心的還要多。値得介紹的是：瑞典與芬蘭早已解決低放射性廢棄物最終處置問題，亦已分別完成高放射性廢棄物最終處置的規劃，對民意調查的結果有相當正面的助益。

另外一項有關對放射性廢棄物資訊來源的信賴度調查顯示，最受信賴的資訊來源是立場公正的科學家，其次爲非政府組織、政府機關、放射性廢棄物營運機構，媒體以及核能工業。對核能工業資訊透明化方面，僅有20%的人持肯定的態度，70%則認爲不夠透明。

以上的民意調查透露的訊息是：

- 一般人擔心放射性廢棄物的問題，也希望多瞭解放射性廢棄物。
- 一般人認爲核能工業的資訊不夠透明。
- 放射性廢棄物問題的解決方案有助於民眾對放射性廢棄物的瞭解。



問題是，我國的民眾是否也是持類似的態度呢？水能載舟亦能覆舟，我們必須先瞭解民意才能研擬適宜的溝通方案。

三、國外的經驗

前面提到許多國家都解決了放射性廢棄物的最終處置問題，而我們究竟可以向它們學習到哪些經驗？根據國外的經驗，一個被民眾接受的選址計畫，應至少具備下列條件：

1.在組織與任務方面

一個獨立於管制機關與廢棄物產生者的執行機構是首要條件，這個機構被賦予的責任必須清楚，包括場址與處置方法的選擇、處置設施的興建與運轉、民眾教育與溝通、回饋與優惠措施的擬定等等，它必須清楚的訂定場址選定的規則與程序，民眾參與的角色、時機與權利。這個機構有高度的使命感與向心力，有清楚的目標與計畫，不僅具備專業能力，更具備良好的溝通能力與技巧。

2.在組織作法方面

執行機構的首要之急在擬定適當的溝通計畫，及早公布場址選擇程序與搭配的回饋與優惠腹案，派出主動積極的團隊進駐地方，以舉辦說明會及挨家挨戶說明的方式，與居民及地方代表溝通。低姿態的傾聽地方意見，以及對回饋與優惠的看法，作為修正計畫的參考。

國外的經驗告訴我們，地方代表團的成立對選址計畫極有助益，它可以全程監督場址選擇程序；執行機構應提供基金，由地方代表團聘請專家對處置計畫與場址選定程序提供建議，唯有藉由良好互動建立雙向持續的溝通才有可能建立互信。更重要的是，必須使民眾瞭解選址機構的任務是公益性的，是為了民眾的福祉，並非為了核能發電經營者的利益。

以美國近年來徵求志願場址唯一成功的範例為例。由於伊利諾州規定志願場址必須經志願程序產生，1989年伊利諾州Martinsville市經投票後通過提供志願場址。其成功的關鍵之一，即是其選址機構派出的先遣人員進駐地方後採取的敦親睦鄰作法，在當地成功的建立良好形象，使當地民眾產生信賴感，進而投票獲得多數民眾支持。

3.回饋與優惠措施

所謂回饋通常指處置場的選址及運轉期間所付出用來補償場址當地損失的費用。優惠措施指減稅、教育、醫療、地方建設補助等。由於國情不同，回饋與優惠的方式也應不同。首先談回饋，我們必須體認，欲將所有可能對當地負面的影響加以量化後轉換為金錢回饋，並不是一件容易的事。其次，當地民眾或許會同意回饋金額，但是附近地區得到回饋較少的，可能會反對。最後，我們必須正視的是，回饋易被視為一種對弱勢地區的行賄行為。

一套符合地方需求的回饋與優惠措施，固然有助於選址，但是回饋並不是萬靈丹，回饋的程序必須公開透明，儘可能邀請利害關係者（stakeholders）加入討論。避免預設立場，應該建立一套可以充分聽取當地民眾及利害關係者對此議題看法的機制，再經此機制決定回饋與優惠的金額與範圍。民眾在接受回饋與優惠以前，仍然要確實瞭解設置處置場的需要性，究竟政府提供了什麼安全保障，才能與提供回饋者建立互信。

前面談到，回饋易被視為一種行賄行



爲。英國對回饋的調查顯示，並不是所有人都贊成以金錢回饋解決選址問題。另一項瑞士的民意測驗結果，願意在當地興建處置場的百分比爲50.8，但如果提供金錢回饋，接受度則降至24%，可能的解釋是金錢回饋的提供有損民眾的自尊。

我們再由處置場與附近民眾的關係來分析回饋的問題，如果民眾認爲他們與處置場開發者的關係親密，則較傾向於以土地分享利用的方式開發處置場，不會接受金錢上的回饋。如果民眾認爲他們與處置場開發者的關係如同好友，則較傾向於以平等互助的方式接受優惠措施來開發處置場，也不會要求金錢回饋。但是如果民眾僅以市場供需價格看此關係，則較在乎金錢回饋是否足夠。

因此，金錢回饋並不是民眾接受處置場的唯一誘因，如何激發民眾的公益心、責任感以及對社會的倫理責任，或許比金錢回饋更有效，唯有突顯處置場的正當性才能淡化金錢回饋的必要性。如果開發者事先勾勒出一個與地方共存共榮的願景，將處置場打造成一個優質的觀光景點，再搭配符合當地需求的優惠措施，成功的機率應該會大爲提昇。

4.政治因素

處置場址當地首長的支持是選址成功的必要條件之一。前面提到美國伊利諾州的Martinsville市長，他認爲處置場會爲當地帶來好處，希望處置場成爲他的政績。市長所表現的堅定支持啓發了當地意見領袖及民眾，在投票時予以支持。另一個著名的例子就是美國新墨西哥州Carlsbad市長，任內爲了促進地方繁榮，曾經極力爭取在當地設置地下處置場，甚至主動到華盛頓首府向聯邦政府和國會表達爭取的意願，最後果然如願以償。不可否認的，地方首長也會承受相當的壓力，但是如果勇敢的挺身而出爲國家解決問題，在歷史上將自有公斷。

四、結語

處置場的設置是一個國家的重大議題，在地方尋求解決方案，不只是技術問題，也是政治、經濟、社會及倫理問題。處置場的籌建，最關鍵的就是前面二、三年的場址選擇階段，需要爭取所有利害關係者的支持，也需要中央與地方的通力合作與首長的表態支持。執行機構必須及早投入足夠的資源推動全國性及區域性的多層次溝通計畫，不宜認爲提供回饋即可解決問題，必須及早提出具體而且有彈性的優惠措施，視當地的需要而調整。如果再沿用過去的舊模式，即先決定處置場址，經公告後，再與地方談條件或辯護處置場的安全無虞，後果恐怕不是那麼樂觀。

因此在策略上，首先我們必須確立一個清楚的大目標，如何以永續經營的原則規劃處置場，如何結合處置場成爲一個優質的觀光景點，如何深植地方建立休戚與共的夥伴關係，如何使民眾看到一個清楚的遠景，未來處置場的放射性日漸衰竭，地方的繁榮卻與日俱增。這些都清楚之後，當有助於處置場的籌建。

最後值得一提的是，芬蘭在決定它的高放射性廢棄物最終處置場時，考量的重要因素之一，就是希望趕在鄰國瑞典前成爲歐洲第一個決定高放射性廢棄物最終處置場的國家。以台灣的公民水準而言，或許我們可以趕在韓國之前，不致淪爲最後一個選出處置場的國家。



低劑量輻射對人體的效應

葉有財 博士

談到輻射對生物的影響，大家在腦海裡可能會浮現出日本廣島、長崎的原子彈爆炸與蘇俄車諾比事故的回憶。但是，根據最近的研究結果得知，生物體對輻射的反應，實際上是很微妙的。所謂的「毒」或是「藥」，乃是由劑量來決定的。對於輻射的情形也是如此。

目前，已確認高劑量與低劑量的輻射，對生物體所造成的影響（作用）是全然不同的。

以下扼要說明幾項相關研究成果。

生物體對輻射的適應反應

根據日本大阪府立大學的米澤教授等的研究，發現先使用低劑量的輻射照射過的老鼠，再用高劑量的輻射照射，具有類似免疫抗體的現象。

其實際乃係將老鼠以8戈雷（Gy）的高劑量照射，約在1個月後，發現僅有一成的存活率。另一個實驗係在用高劑量照射的兩週之前，先以0.5戈雷低劑量前照射，其存活率即會提高至八成。亦即0.5戈雷的低劑量「前照射」，使老鼠在兩週內身上起了某種變化，使其對於致死的高劑量輻射，具有免疫性的反應。

抗氧化物質的增強

近年來，在人體內會傷害細胞的物質--「活性氧」，已備受注目。同時也知道，藉著低劑量的輻射，會加強去除「活性氧」的抗氧化物質（如Super Oxide Dismutage，SOD）。亦即，低劑量輻射有可能提升細胞對抗「活性氧」攻擊的保護作用。

強化修復DNA的機能

DNA爲擔負遺傳資訊的重要分子。當DNA受傷時，其遺傳資訊將會有失眞的可能。因此，在細胞內自備有修復DNA損傷的功能。目前已知此功能會藉由低劑量的輻射得以強化。

細胞凋亡機制的強化

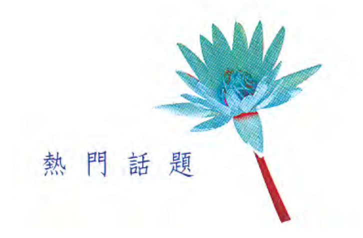
生物在成長過程中，具有巧妙的去除不適用細胞的功能。即使已不能再用的細胞自行凋亡（Apoptosis），並快速將之去除。

現已知道，DNA若受有不能修復的損傷時，其細胞會自滅，以利周邊細胞的生長。這種機制稱爲凋亡（亦稱利他自殺行爲）。

目前，最受注目的是「癌細胞的前身」是否可藉此凋亡機制而去除。果眞如此，低劑量輻射就具有可以強化此凋亡機制的效力。

免疫機能的強化

經由低劑量輻射，得以強化的機能種類很多，尤其是生物的免疫機能，可藉由低劑量輻射加以增強。



抑制致癌效果的最新實驗

談到輻射的傷害，很多人就會聯想到致癌的問題。從致癌的機制來看，可預測上述一至五項機能的強化，具有抑制致癌的效果。

為驗證這種假說，日本低劑量輻射研究中心，利用一種「低劑量率輻射長期照射設備」進行老鼠的連續照射實驗。結果證實在適當的低劑量率下連續照射1個月，發現有顯著的抑制癌症的發生效果。

高輻射背景地區的健康調查

在中國廣東省的陽江縣，為高輻射背景地區，其年劑量為6.4毫西弗（比一般高3倍）。自從1970年，動員龐大的衛生保健與研究人員，繼續進行健康檢查。其調查對象為高背景地區（HB）、90%以上為祖宗六代住同地區者，各為100萬人・年；而對照地區（CA）者，各約6萬人。結果發現高背景地區的癌死亡率較低（如表1所示），可能接受輻射所致少量的傷，刺激人體的活力而提高抗癌的效果。

另外，根據美國匹茲堡大學醫學部教授Bernard L.Cohen博士，調查空氣中氡的濃度與肺癌死亡率的相關資料，分析得到的結果：氡濃度愈高肺癌症死亡率愈低，與高濃度的動物實驗結果相反，亦證實與劑量有關的利害關係。

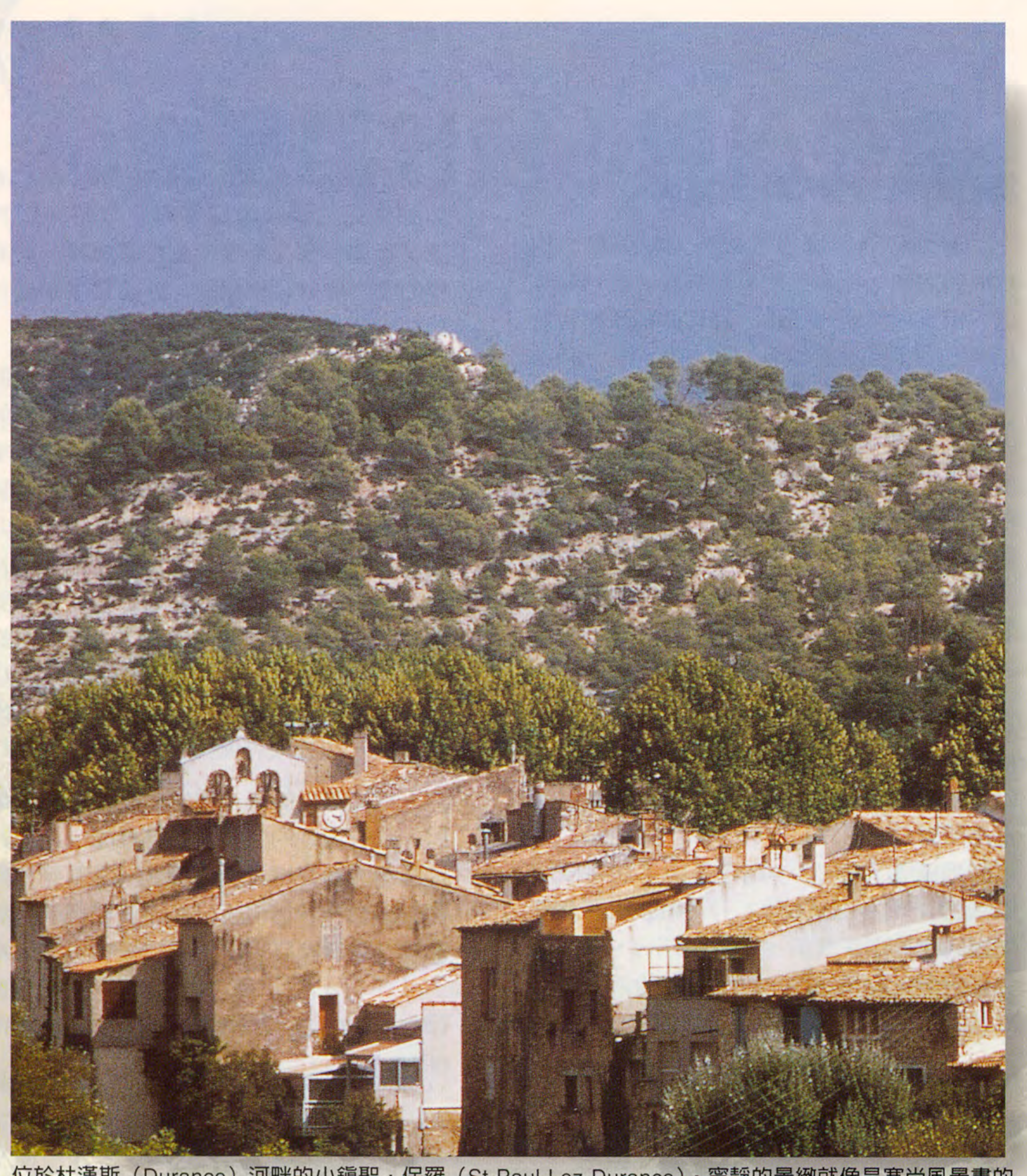
現行的輻射防護法規，乃基於「再微量的輻射，仍為有害，並無所謂的劑量低限值」假說（稱為LNT假說）為考量的基準。這種考量的方式是將高劑量領域的相關數據，直接外插延伸至低劑量的範圍，並非在低劑量的領域實際驗證的結果。此因當初，對於低劑量領域的實驗技術，尚未發展成熟。如此，在無實驗的證據下，接受並無低限的直線理論（LNT假說），對於美國以及其他國家所造成無謂的龐大浪費，最值得再檢討。

根據最近的研究得知，生物對低劑量輻射，具有巧妙的生物體反應機能，人類對此等機能的產生條件（劑量，劑量率等）與機制明瞭之後，相信將來必能依據科學實驗的數據，重新制訂更為合理的輻射防護規範。

（本文係參考「日本低劑量輻射研究中心」所提供的資料撰寫。）

表1.年間癌死率（1970~1986）

癌　病	HB	CA	HB: high background area--6.4 毫西弗/年（m Sv/y） CA: Control area--2.4 毫西弗/年（m Sv/y）
平均死亡率（*1/100000）	46.29	53.56	
人・年	1,008,769	995,070	
死亡數/年	467	533	



位於杜漢斯（Durance）河畔的小鎮聖・保羅（St-Paul-Lez-Durance），寧靜的景緻就像是塞尚風景畫的翻版（法國COGEMA公司提供）。